

***В.К ГУСЕЛЬНИКОВ***, канд. техн. наук, проф.,  
***Т.Б. БЕЛІКОВА, О.В. ГУСЕЛЬНИКОВ***

## **СИСТЕМА ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ПИТНОЇ ВОДИ**

У статті наведені опис та принцип роботи, розробленої системи експрес аналізу питної води.

In clause the description and principle of work developed system the express train of the analysis of drinking water is given.

Система експрес-аналізу питної води, далі система, призначена для проведення оперативного дослідження питної води по 9-ти основних параметрів[1,2] на відповідність їх значенням по ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль качества” і Санитарним правилам і нормам України (СанПіН) 136/1940-97 “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько - питного водопостачання”.

До досліджуваних показників відносяться: значення рН, кольоровість, каламутність, зміст міді, зміст заліза, зміст алюмінію, зміст фтору, зміст сульфатів, зміст нітратів.

Визначення вмісту в воді вибраних параметрів відбувається колориметричним методом, тому вимірювальний процес можна систематизувати. Функціональна схема системи, що пояснює пристрій і принцип роботи зображена на рисунку 1.

Система, складається з наступних основних пристроїв:

- А1 – блок живлення;
- А2 – колориметр фотоелектричний концентраційний КФК-2;
- А3 – рН-метр ЕВ-74;
- А4 – мікроконтролер *ATmega8*;
- А5 – пристрій виводу і друку інформації (персональний комп'ютер з консоллю для друку);

У систему входять також:

- набір електродів і судин для роботи з рН-метром ЕВ-74;
- набір світлофільтрів і вимірювальних кювет для роботи з колориметром КФК-2.

Межі вимірювання параметра рН визначаються робочим діапазоном рН метра типу ЕВ-74.

Межі вимірювання коефіцієнта світлопропускання визначаються колориметром фотоелектричним концентраційним, включеним в систему, в даному випадку для колориметра фотоелектричного концентраційного КФК-2, він знаходиться від 100% до 5% для рідких і твердих речовин в спектральному діапазоні від 315 нм до 980 нм.

Блок живлення A1, що складається з силового трансформатора і двох стабілізаторів напруги з випрямлячами для отримання стабілізованої напруги 5В, забезпечує роботу світлових індикаторів “готовність 1”, “готовність 2” і кнопок SA4 (готовий до вимірювання), SA5 (готовий до переходу для роботи з іншим розчином або інгредієнтом).

Постійна напруга 24В забезпечує роботу електронних комутаційних пристроїв SA3 і SA6. Блок живлення підключається до мережі ~220В, 50Гц, тумблером SA1.

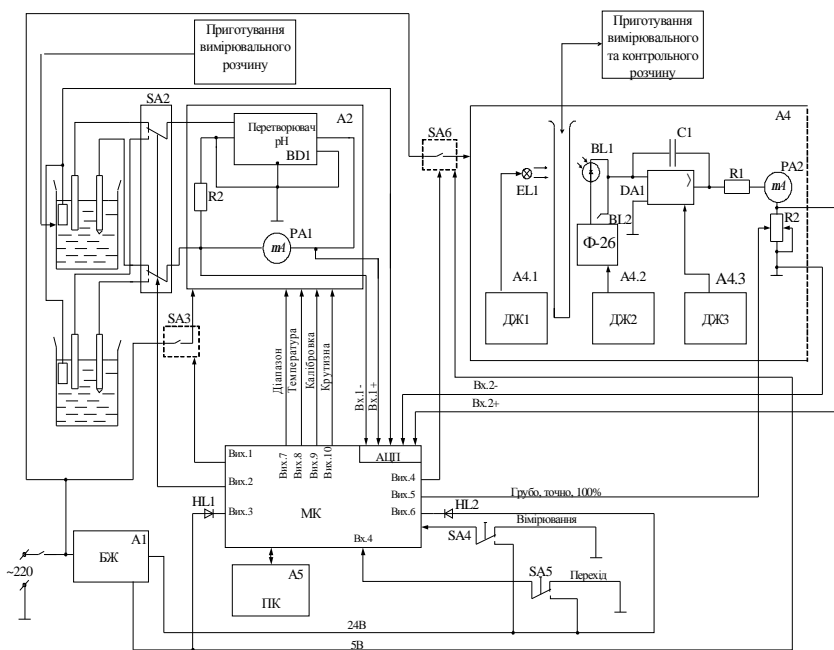


Рис. 1. Функціональна схема системи

### Підготовчі операції і робота системи

Для включення системи в роботу необхідно виконати ряд наступних операцій): приготування двох буферних розчинів біфталатного ( $\text{pH} = 6,88$ ) і тетраборатного ( $\text{pH} = 9,22$ ) з розливанням їх і аналізованої води по вимірювальних судинах з приміщенням в них термоперетворювача і електродів вимірювального і допоміжного рН-метра EB-74 (A1). Наступним етапом є приготування восьми розчинів аналізованої води з досліджуваними інгредієнтами, з розливанням їх по вимірювальних кюветах, і відповідно вісім контрольних світлофільтрів. Перевіряються вісім інгредієнтів колориметричними методами. Назва інгредієнтів і відповідні їм контрольні світлофільтри занесені в табл. 1.

Таблиця 1 – Інгрєдєнти і відповідні їм контрольні світлофільтри

Назва інгрєдєнта	Колір контрольного світлофільтр	Довжина хвилі, $I$ , нм
Кольоровість	синій	413
Каламутність	зелений	530
Нітрати	синій	480
Сульфати	синій	405
Фтор( $F$ )	зелений	520-550
Алюміній( $Al$ )	зелений	525
Мідь( $Cu$ )	синій	430
Залізо( $Fe$ )	синій-зелений	500

Після виконання підготовчих операцій і включення живлення, здійснюється програмно-логічне управління мікроконтролером (МК) А4.

Управління МК системою здійснюється таким чином: тумблером SA1 включається мережа блоку живлення (A1). Стабілізована напруга 5В і 24В поступає на пристрої системи, забезпечуючи їх роботу, про що сигналізує світлоіндикатор “Готовність 1”(HL1). МК перемикає SA2 в режим вимірювання буферного розчину, а SA3, в режим включення рН-метра, через 30 хвилин (час прогрівання приладів), включається режим “готовність 1”. Після підготовки буферного розчину, вимірювального і допоміжного електродів, лаборантові необхідно натиснути кнопку “Вимірювання”(SA4), сигнал про початок вимірювання поступає на МК, який визначає температуру буферного розчину, і після обробки цієї інформації, включається термокомпенсація (вих. 8, “установка  $t^0$ ”), встановлюється діапазон вимірювання рН (6-8) і виконуються два виміри рН з трихвилинним інтервалом.

Після перетворення в АЦП і арифметично-логічної обробці інформації, ліченої по лінії Вх. 1 і реалізації функції  $pH = f(t^0)$ , рН по першому буферному розчину). МК сигналом “Калібрування” по лінії вих. 9 встановлює нижню межу шкали вимірювання рН-метра, а сигналом “Крутизна” МК по лінії вих. 10 встановить верхню межу шкали вимірювання рН-метра.

Вимірювання рН досліджуваного розчину зводиться до наступних операцій: у ємність з досліджуваною водою поміщаємо вимірювальний і допоміжний електрод, і натиснути кнопку “Перехід” (SA5), МК по лінії вих. 2 перемкне SA2 в положення аналіз вимірювального розчину, визначить температуру вимірювального розчину, після обробки цієї інформації, включає термокомпенсацію по лінії вих. 8 “Установка  $t^0$ ” і виконає два виміри з трихвилинним інтервалом. Після перетворення в АЦП і арифметически-

логической обробці інформації, ліченої по лінії вх.1 і реалізації функції  $pH = f(t^0, pH \text{ вимірювального розчину})$ , МК заносить інформацію в ОЗП. На цьому робота з рН-метром закінчена.

Для подальшого колориметричного аналізу води за умови, що все вісім кюветів з потрібними інгредієнтами і до них світлофільтри відповідно, підготовлені з дотриманням нормативних вимог необхідно натиснути на кнопку “Перехід”(SA5), перемикаючи систему в режим вимірювання інгредієнтів колориметричними методами, про що сигналізує світлоіндикатор “Готовність-2”(HL2). МК включає SA6, подаючи на КФК-2 живлячу напругу, через 15 хвилин (час прогрівання колориметра), слід включити “Готовність 2”, вставивши в КФК-2 (A4) зразковий світлофільтр відповідно до розчину першого інгредієнта і натиснути “Вимірювання”(SA4). Після перетворення в АЦП арифметично-логічної обробки інформації, ліченої по лінії вх. 2, МК сигналом “Установка” по лінії вх. 5 встановлює шкалу КФК-2 (A4) на 100%.

Після заміни еталонного світлофільтру на кювету з першим інгредієнтом на КФК-2 необхідно натиснути кнопку “Перехід” (SA5), для переходу Системи в режим вимірювання першого інгредієнта. Після перетворення в АЦП інформації, ліченої по лінії вх. 1, МК заносить інформацію ОЗП. На цьому робота з першим інгредієнтом закінчена. Аналіз наступних 2...8 інгредієнтів виконується аналогічно, із занесенням результатів в ОЗП. Виконавши обробку інформації, через порт послідовного обміну даними МК передає інформацію на ПК (A5), де проводиться при необхідності повний роздрук експрес-аналізу води або видача інформації чи відповідає вода, нормам.

Описана система дає можливість оцінки якості води з похибкою, що не перевищує 1% по значенню рН і 1,7% по значенням інших параметрів.

**Список літератури:** 1. Абдуллаев К.М. Водоподготовка. –М.:Энергоатомиздат, 1990.-240 с.  
2. Столяров Е.А., Благоев О.Е. Методические вопросы организации, контроля химических показателей качества воды. – М.: Наука, 1999.- 176 с.

*Надійшла в редколегію 9.12.08*